

Precipitação sobre a América do Sul para uma situação de La Niña conjugada com Dipolo Positivo e Negativo de TSM no Atlântico em Simulações com o MCG CPTEC/COLA

Luciano P. Pezzi¹ e Iracema F. A. Cavalcanti

*Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE)
Cachoeira Paulista, São Paulo - Brasil*

ABSTRACT

The role of the Atlantic Ocean in a La Niña episode over Northeast of Brazil is investigated using the CPTEC/COLA GCM. Two set of integration are performed using the same negative Sea Surface Temperature (SST) anomalies in the Tropical Pacific Ocean and changing the SST in the Atlantic Ocean. A positive dipole (higher than normal SST at the Tropical North Atlantic and below normal at the Tropical South Atlantic) and a negative dipole (opposite conditions), are set as boundary conditions of SST in the two experiments. Four initial conditions were integrated in each case in order to obtain two ensembles of results. When La Niña was tested conjugated with a positive dipole, the precipitation over Nordeste was below average and for the other case, using negative dipole over Tropical Atlantic, positive precipitation anomalies occurred over the whole Nordeste. Thus, the conditions over Atlantic Ocean have a greater effect on the precipitation of Nordeste than the Pacific Ocean in La Niña. In a previous study of El Niño situation, the north region of Nordeste is affected by the Atlantic SST, but other tropical areas of South America show a change only in the intensity of anomalies. Central and southeast of South America are affected by the Atlantic conditions only in La Niña situation, whereas in El Niño these regions are influenced only by the Pacific Ocean conditions.

1. Introdução

A qualidade da estação chuvosa no Norte do Nordeste (NEB) do Brasil (MAM) tem sido relacionada a variabilidade climática de grande escala. Desses fenômenos climáticos o El Niño Oscilação Sul (ENSO) é o mais conhecido. Na fase quente, El Niño, quando a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Tropical se apresenta bem mais alta do que a normal, a precipitação no NEB em MAM tende a ser abaixo da média climatológica. Nestas condições, anomalias de convecção no Pacífico Central e Leste modificariam o comportamento da célula de Walker, e anomalias no ramo descendente afetariam a região Nordeste e Oceano Atlântico. Outros estudos também relacionam a seca no Nordeste com a TSM do Atlântico (Hastenrath e Heller, 1977). A presença de um dipolo norte-sul no Atlântico Tropical Norte e Sul foi estudada por

Moura e Shukla (1981), Nobre e Shukla (1996) e foi verificado que quando as águas no Atlântico Norte estavam com anomalias positivas de temperatura e as do Atlântico Sul com anomalias negativas, havia déficit de precipitação no Nordeste. Este caso foi chamado de Dipolo Positivo. Com a presença de um dipolo oposto, denominado Dipolo Negativo, chuvas acima da média ocorriam sobre o Nordeste. Nestes dois casos mudanças na célula de Hadley com movimentos ascendentes ou descendentes sobre o Nordeste estariam associadas a variações na precipitação. Pezzi e Cavalcanti (1998), mostraram em um estudo numérico que o dipolo no Atlântico pode ser decisivo na qualidade da estação chuvosa do NEB, intensificando as anomalias negativas de precipitação quando ocorre o Dipolo Positivo. No caso oposto, com Dipolo Negativo, os impactos do El Niño foram

¹ E_mail 1º Autor: luciano@cptec.inpe.br

amenizados e ocorreram anomalias positivas de precipitação.

Entretanto o fenômeno ENSO apresenta também uma fase oposta à descrita acima, que é a La Niña. Nesse caso a TSM sobre o Pacífico aparece com anomalias negativas. Poucos estudos foram feitos até o presente analisando-se casos de La Niña associados à ocorrência de dipolo no Atlântico. O objetivo deste estudo é analisar a precipitação sobre a América do Sul e principalmente sobre o Nordeste do Brasil quando há uma situação de La Niña no Pacífico conjugada com casos de dipolo positivo e também negativo no Atlântico. A intenção é analisar o papel do Oceano Atlântico na chuva do Nordeste, mesmo quando não há uma situação desfavorável no Pacífico para ocorrência de precipitação na estação chuvosa do Nordeste.

2. Metodologia e dados

Para essa análise foram feitas duas integrações usando-se o Modelo de Circulação Global Atmosférico (MCGA) do CPTEC/COLA, que é descrito em maiores detalhes em Kinter (1997). Esse é um modelo dinâmico global espectral, e nesse estudo foi usado com resolução T42L18, que significa 42 ondas na coordenada horizontal (aproximadamente 250 x 250 km), e 18 níveis na vertical. Realizou-se dois conjuntos de integrações com 4 membros cada uma, para o período de dezembro a junho, totalizando pouco mais de seis meses de integração. Os dias 24, 25, 26, e 27 de dezembro de 1988, foram usados como condição inicial (CI) atmosférica, para inicializar cada um dos 4 membros de integração em cada conjunto.

Para cada conjunto de 4 integrações, usou-se dois campos distintos de anomalias de TSM como condição de contorno. Em ambos casos aplicou-se sobre a bacia do Pacífico Tropical uma situação de La Niña intensa e bem definida. Sobre o Atlântico Tropical foram consideradas duas situações distintas com padrões diferentes de “Dipolo do Atlântico” (Moura e Shukla, 1981; Hastenrath e Heller, 1997; Nobre e Shukla, 1996).

O primeiro caso, denominado de “Caso Quente” (CQ) ou dipolo positivo como mencionado na literatura, foi montado com o Oceano Pacífico apresentando uma situação típica de um Evento La Niña e o Oceano Atlântico Tropical com o padrão de um Dipolo Positivo, apresentando anomalia positiva média de TSM ($0,8^{\circ}\text{C}$) sobre a região norte do dipolo ($2,5^{\circ}\text{N}$ - $17,5^{\circ}\text{N}/50^{\circ}\text{W}$ - 20°W) na bacia norte do Atlântico Tropical e média negativa ($-0,1^{\circ}\text{C}$) sobre a região sul do dipolo ($17,5^{\circ}\text{S}$ - $2,5^{\circ}\text{S}/35^{\circ}\text{W}$ - 5°W) na bacia sul do Atlântico Tropical. O segundo caso, denominado de “Caso Frio” (CF) ou dipolo negativo foi montado com o mesmo padrão de La Niña sobre o Pacífico e as mesmas anomalias sobre os demais oceanos, porém no Atlântico foi considerado um dipolo negativo na região compreendida entre as latitudes de 30°S a 30°N , com anomalias negativas ao norte ($-0,2^{\circ}\text{C}$, média sobre a área) e anomalias positivas ao sul ($0,9^{\circ}\text{C}$, média sobre a área). Esses dois campos de anomalias foram persistidos como condição de contorno ao longo do experimento. Foi calculada também a climatologia do modelo integrando-se quatro membros usando-se as mesmas CI atmosféricas. Como condição de contorno para a simulação climatologia do GCM usou-se os campos de TSM climatológicos.

3. Resultados

Nesse item são apresentados os resultados e comentários das simulações numéricas do modelo CPTEC/COLA nos casos onde usou-se condições de La Niña sobre o Oceano Pacífico conjugada com Dipolo Positivo (a) e com Dipolo Negativo (b) de TSM sobre a bacia do Atlântico Tropical.

a) – Simulações Sazonais para La Niña e Caso Quente do Dipolo

Nesse grupo de integrações usou-se condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical, ocorridas em outubro de 1988 e anomalias de TSM no Atlântico Tropical

configurando um Dipolo Quente. O campo de anomalias de precipitação gerado pelo modelo mostra uma extensa área com déficit de precipitação sobre o Nordeste e região, Fig. 1. O maior impacto ocorreu sobre a região do semi-árido Nordestino. Sobre a bacia do Atlântico Norte, próximo ao norte do Nordeste aparece uma extensa banda de precipitação que pode ser associada ao posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A convecção acima do normal ocorreu sobre o Atlântico Norte onde estavam as águas mais quente (Fig. 2). Sobre o centro sul da América do Sul ocorreram anomalias negativas de precipitação (Fig. 1), menores do que o caso do El Niño Fig. 2a de Pezzi e Cavalcanti (1998) e sobre o sudeste da América do Sul as anomalias de precipitação foram de normal a ligeiramente negativa. Os ventos em baixos níveis ficaram mais fortes sobre o Atlântico quando comparados aos que ocorreram sobre o Atlântico Norte. Essa situação deslocou a região de confluência dos ventos para uma região ao norte do Equador (Fig. 3), próximo a borda sul das anomalias positivas de SST e onde ocorreram anomalias positivas de precipitação

O perfil zonal de umidade (não mostrado aqui) e campo de vento sobre os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical mostram movimento descendente principalmente sobre a região do Pacífico onde estavam localizadas as anomalias negativas de TSM. Ocorreu também um movimento descendente sobre o extremo Nordeste do Brasil e Oceano Atlântico Sul. Sobre essa área também ocorreu um déficit na umidade relativa. Os perfis meridionais (não mostrados aqui) mostram uma célula de circulação termal direta, com movimento descendente e baixa umidade atmosférica no sul e movimento ascendente e alta umidade na parte norte da célula.

b) – Simulações Sazonais para La Niña e o Caso Frio do Dipolo

Nesse caso as condições de contorno foram o mesmo padrão de anomalias de TSM em todos os oceanos como no caso anterior, exceto no Atlântico Tropical onde a fase fria do

dipolo do Atlântico foi aplicada. Ou seja, na bacia do Atlântico Norte as anomalias de TSM foram negativas e sobre o Atlântico Sul positivas. Essa mudança no padrão das anomalias de TSM do Atlântico produziram um efeito inverso sobre a América do Sul, principalmente sobre o Nordeste. Ocorreu um excesso de precipitação no Nordeste, como pode ser visto pela Fig. 4. Essa situação é bem diferente do caso anterior. Ocorreram mudanças significativas também sobre o Oeste, Centro-Sul e Sudeste da América do Sul. Sobre todas essas regiões os padrões de precipitação mudaram para condições normais exceto sobre o Sudeste da América do Sul onde ocorreram anomalias negativas.

As mudanças verificadas sobre o NEB podem ser atribuídas ao deslocamento para o sul da ZCIT durante esse período. Ocorreu convecção acima do normal ao sul do equador numa banda com orientação leste-oeste e também sobre o Atlântico Tropical Sul, próximo a América do Sul, como mostrado na Fig. 5.

Em baixos níveis, a zona de confluência dos ventos ficou ao sul do Equador com os ventos de nordeste mais fortes. A confluência da ZCIT ficou localizada na borda norte da região onde ocorreram as águas mais quentes do dipolo.

A estrutura vertical (não mostrada aqui) mostra a mesma estrutura do caso anterior sobre a região do Pacífico, entretanto sobre o Atlântico quente o movimento vertical foi ascendente a leste de 20°W embora tenha ocorrido um excesso de umidade na atmosfera. O perfil meridional (também não mostrado) mostra uma célula de circulação termal direta com o ramo ascendente localizado sobre o Atlântico Sul (coincidente com o excesso de umidade) e um ramo descendente sobre o Atlântico Tropical Norte (coincidente com o déficit de umidade)

4. Conclusões

Nesse estudo foram apresentados resultados complementares de um trabalho

prévio realizado por Pezzi e Cavalcanti (1998). Foram realizados dois conjuntos de integrações usando-se o AGCM do CPTEC/COLA. Em um dos conjuntos de integrações usou-se como condição de contorno um campo de TSM com La Niña configurada no Pacífico e Dipolo Positivo no Atlântico (Caso Quente). No outro (Caso Frio) usou-se uma situação de Dipolo Negativo no Atlântico Tropical porém com as mesmas condições do Caso Quente nos demais oceanos.

Os resultados mostraram que em anos de La Niña a precipitação sobre toda a América do Sul é dependente da ação do Oceano Atlântico Tropical. A Região Nordeste apresenta anomalias positivas de precipitação quando o Atlântico Tropical está mais quente que o normal e precipitação abaixo da normal quando ocorre um dipolo oposto. O Atlântico Tropical afetou outras regiões da América do Sul, como as regiões Central e Sul do Brasil. Anomalias opostas àquelas do Nordeste, ocorrem sobre a região Central para o dipolo quente (Atlântico Norte quente) e sobre o sul do Brasil para o dipolo frio (Atlântico Norte frio). O mecanismo para essas anomalias subtropicais parece ser a compensação de movimentos ascendente e descendente na área tropical que é afetada pelo dipolo de TSM.

5 - Referencias Bibliográficas

- Hastenrath, S. and Heller, L. 1977. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. *Quat. Jour. Roy. Met. Soc.*, 103:77-92.
- Kinter, J. L., DeWitt, D., Dirmeyer, P. A., Fennessy, M. J., Kirtman, B. P., Marx, L., Schneider, E. K., Shukla, J. and Straus, D., 1997. The COLA Atmosphere-Biosphere General Circulation Model Volume 1: Formulation. *Cola Technical Reports*, 51(1):46pp.
- Moura, A. D. and Shukla, J. 1981. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Jour. Atm. Scien.*, 38(7):2653-2675.
- Nobre, P. and Shukla, J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and

rainfall over the Tropical Atlantic and South America. *Jour. Clim.*, 10(4):2464-2479.

- Pezzi, L. P. e Cavalcanti, I. F. A., 1998. Precipitação sobre a América do Sul para uma situação de El Niño conjugada com Dipolo Positivo e Negativo de TSM no Atlântico em Simulações com o MCG CPTEC/COLA. X CBMet. VII FLISMET. Brasília – DF. PT98005.

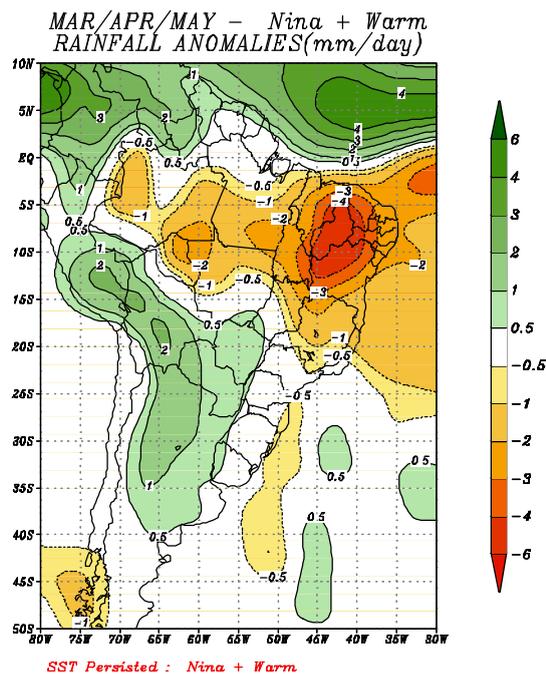


Fig. 1 – Anomalias de Precipitação (mm/dia) de Março, Abril e Maio usando condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Positivo sobre o Atlântico Tropical.

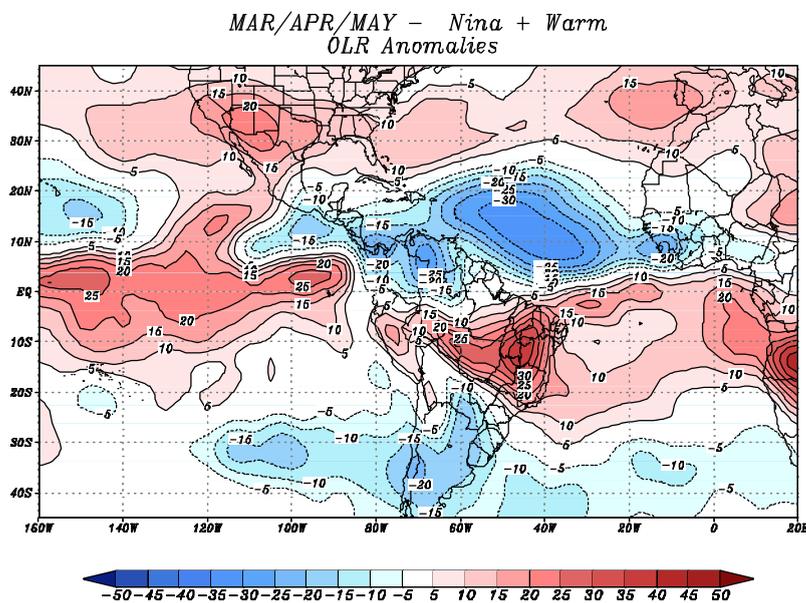


Fig. 2 – Anomalias de Radiação de Onda Longa (W/m²) de Março, Abril e Maio usando condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Positivo sobre o Atlântico Tropical.

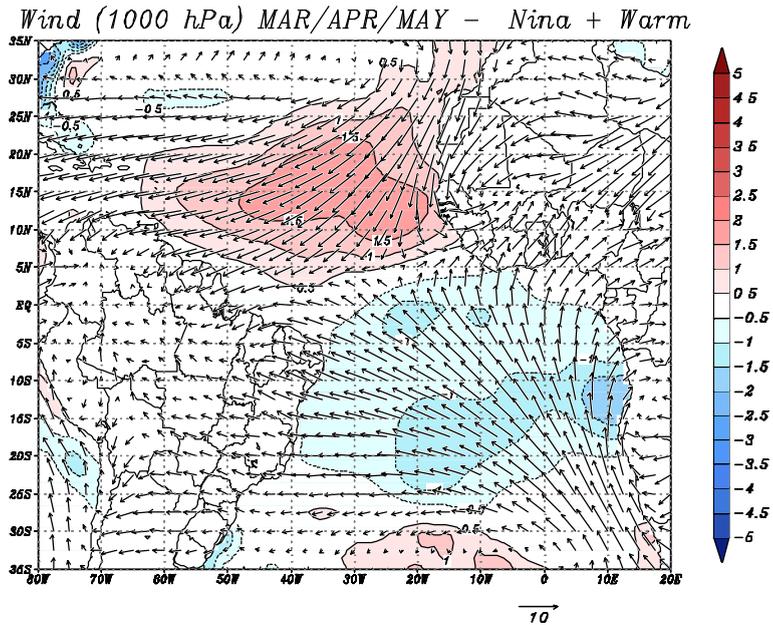


Fig. 3 – Vento (vetores em m/s) em 100 hPa e anomalias (°C) de Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Os tons em vermelho indicam anomalias positivas de TSM e os de azul, negativas. Esse foi o campo usado como condição de contorno neste experimento. Março, Abril e Maio com condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Positivo sobre o Atlântico Tropical.

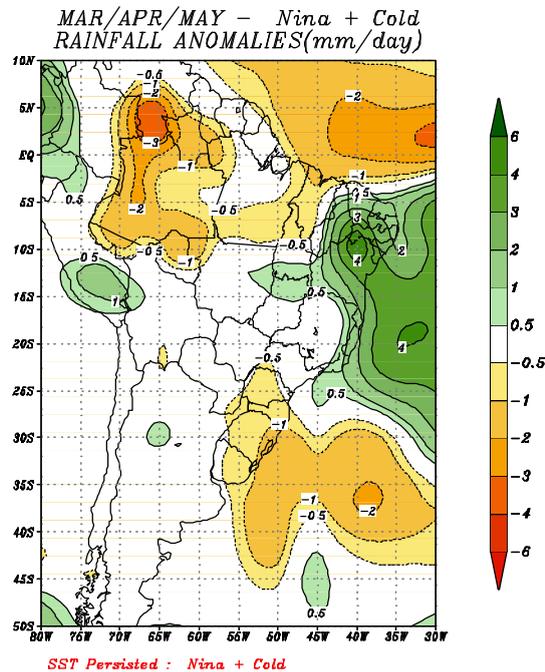


Fig. 4 – Anomalias de Precipitação (mm/dia) de Março, Abril e Maio usando condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Negativo sobre o Atlântico Tropical.

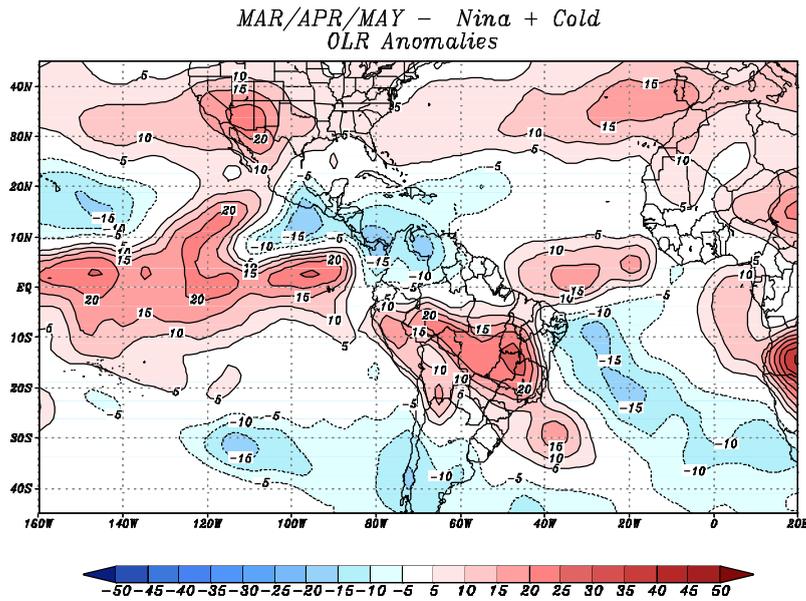


Fig. 5 – Anomalias de Radiação de Onda Longa (W/m²) de Março, Abril e Maio usando condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Negativo sobre o Atlântico Tropical.

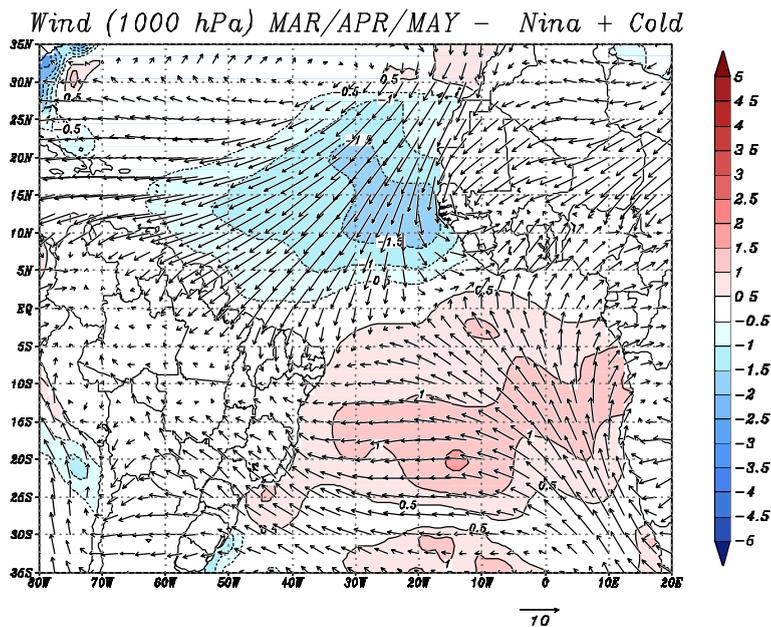


Fig. 6 – Vento (vetores em m/s) em 100 hPa e anomalias (°C) de Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Os tons em vermelho indicam anomalias positivas de TSM e os de azul, negativas. Esse foi o campo usado como condição de contorno neste experimento. Março, Abril e Maio com condições de La Niña sobre o Pacífico Tropical e Dipolo Negativo sobre o Atlântico Tropical.